



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 03 443 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 02 B 75/32  
F 02 B 75/28  
F 02 B 25/10

②① Aktenzeichen: 195 03 443.0-13  
②② Anmeldetag: 3. 2. 95  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 15. 5. 96

DE 195 03 443 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:  
Noltmeyer, Friedrich, Dipl.-Ing., 71336 Waiblingen,  
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 35 386 C2  
DE 33 27 225 C2  
WO 89 07 704

⑤④ Zweitakt-Gegenkolbenmotor

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Zweitakt-Gegenkolbenmotor, der mindestens zwei Zylinder mit Ein- und Auslaßschlitzen und jeweils zwei gegenläufig zusammenwirkende Kolben umfaßt, die über direkte Kraftflußglieder auf eine gemeinsame Kurbelwelle wirken, wobei die Kurbelwelle mindestens drei Kurbelzapfen aufweist, von denen die beiden äußeren Kurbelzapfen mit den kurbelwellenfernen Kolben verbunden sind und der dritte Kurbelzapfen mit den beiden kurbelwellennahen Kolben gekoppelt ist, wobei diese untereinander mit einem Verbindungsstück starr verbunden sind.

Um einen gattungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotor möglichst einfach und kostengünstig so auszubilden, daß der Verschleiß des Kurbeltriebs wesentlich vermindert wird, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das Verbindungsstück zwischen den Kolben einen Ausschnitt zur Durchführung und zum Freilauf der Kurbelwelle aufweist und daß die kurbelwellennahen Kolben nebst Verbindungsstück über mindestens ein Pleuel mit der Kurbelwelle verbunden sind.

DE 195 03 443 C 1



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Zweitakt-Gegenkolbenmotor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE 41 35 386 C2 ist bereits ein Zweitakt-Gegenkolbenmotor der gattungsgemäßen Art bekannt, der zwei gegenüberliegende Zylinder mit gemeinsamer Zylinderhochachse umfaßt. Jeder Zylinder umfaßt Ein- und Auslaßschlitze, einen Einlaß- und einen Auslaßkanal und zwei gegenläufig zusammenwirkende Kolben (Einlaß- und Auslaßkolben), die über direkte Kraftflußglieder auf eine gemeinsame Kurbelwelle wirken. Die Kurbelwelle besitzt zwei Hauptlagerzapfen und drei Kurbelzapfen, von denen die beiden äußeren Kurbelzapfen mit dem kurbelwellenfernen Kolben verbunden sind. Der dritte Kurbelzapfen ist in einen Gleitstein eingebettet, der in einer Kurbelschlaufe geführt ist, wobei die beiden kurbelwellennahen Kolben über diese Kurbelschlaufe einstückig fest miteinander verbunden sind.

Zum allgemeinen technischen Hintergrund wird noch auf die Druckschriften DE 33 27 225 C2 und WO 89/07704 verwiesen.

Ein Nachteil von gattungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotoren liegt darin, daß der Verschleiß des Kurbeltriebs wegen der hohen Reibung in der Kurbelschlaufe sehr groß ist. Dies liegt darin begründet, daß die maximalen Reibungskraft (maximale Normalkraft auf der Gleitfläche des Gleitsteins) in etwa dort auftritt, wo der Mittelpunkt des Gleitsteins (Kurbelzapfenmittelpunkt) die Zylinderhochachse überstreicht, wobei genau dort kinematisch bedingt auch die maximale Geschwindigkeit des Gleitsteins in der Kurbelschlaufe erreicht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotor möglichst einfach und kostengünstig so auszubilden, daß der Verschleiß des Kurbeltriebs wesentlich vermindert wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Hauptanspruches gegebenen Merkmale gelöst.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotors liegt darin, daß durch die Pleuelverbindung zwischen einem der kurbelwellennahen Kolben und der Kurbelwelle eine wesentliche Verringerung der Reibung des Kurbeltriebs und damit ein wesentlich geringerer Verschleiß erzielt wird, als bei gattungsgemäßen Motoren. Kinematisch möglich wird die Erfindung durch Ausschnitte im Verbindungsstück, durch die die Kurbelwelle durchgeführt ist und in denen die Kurbelwelle bei deren Drehung frei umläuft. Das Verbindungsstück selbst hat somit lediglich die Funktion der festen Verbindung zwischen dem an der Kurbelwelle angelegten kurbelwellennahen Kolben und dem zweiten kurbelwellennahen Kolben.

Faßt man die auf die äußeren Kurbelzapfen und auf die inneren Kurbelzapfen periodisch wirkenden Gas- und Massenkräfte jeweils zu einer Resultierenden zusammen, so zeigt sich ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Zweizylinder-Zweitakt-Gegenkolbenmotors, denn in jeder Kurbelwellenstellung belastet stets nur die Differenzkraft der beiden Resultierenden die Lager. Die Reibung und der Verschleiß der Lager sind dadurch vermindert. Dieser positive Effekt nimmt mit steigender Motordrehzahl zu.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung nach Anspruch 2 liegt darin, daß durch zwei Kurbelzapfen zwischen den beiden äußeren Kurbelzapfen zwei

Pleuel an dem kurbelwelleninneren Kolben anlenkbar sind. Dadurch ist eine Verbesserung des Massenausgleichs möglich und durch die Erhöhung der tragenden Fläche im Verhältnis zur Anlenkung mit einem Pleuel auch eine Verringerung der Flächenpressung in den betroffenen Pleuellagern erreichbar.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gehen aus den übrigen Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Vollschnitt in Richtung einer Zylinderhochachse und normal zur Rotationsachse einer Kurbelwelle eines erfindungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotors in einer Ausführung mit zwei um 180° versetzten Zylindern und mit jeweils zwei gegenläufig zusammenwirkenden Kolben, die über direkte Kraftflußglieder auf eine gemeinsame Kurbelwelle wirken, wobei die beiden kurbelwellenfernen Kolben als mehrfachwirkende Kolben zur Vorverdichtung von Frischgas ausgeführt sind und die kurbelwellennahen Kolben zu einem doppeltwirkenden Kolben einstückig miteinander verbunden sind,

Fig. 2 einen Vollschnitt in Richtung der Zylinderhochachse und in Richtung der Rotationsachse der Kurbelwelle des Zweitakt-Gegenkolbenmotors aus Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt III-III von Fig. 2 normal zur Zylinderhochachse und parallel zur Rotationsachse der Kurbelwelle,

Fig. 4 eine Ansicht der beiden mit einem Verbindungsstück einstückig verbundenen, kurbelwellennahen Kolben aus den Fig. 1 und 2,

Fig. 5 einen Schnitt V-V von Fig. 2 normal zur Zylinderhochachse und parallel zur Rotationsachse der Kurbelwelle durch Einlaßkanäle und Einlaßschlitze und

Fig. 6 einen Schnitt VI-VI von Fig. 2 normal zur Zylinderhochachse und parallel zur Rotationsachse der Kurbelwelle durch Auslaßkanäle und Auslaßschlitze des erfindungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotors.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen Zweizylinder-Zweitakt-Gegenkolbenmotor mit einem Motorgehäuse 1, das zwei um 180° versetzte Zylinderblöcke 2 und 3 und ein Kurbelgehäuse 4 umfaßt, in dem eine Kurbelwelle 5 in zwei Hauptlagern 6 und 7 gelagert ist. An dem Motorgehäuse 1 ist eine Ölwanne W angeordnet. Zur besseren zeichnerischen Darstellung ist der erfindungsgemäße Motor bezüglich seiner bevorzugten Gebrauchslage um 90° gedreht dargestellt.

In den Zylinderblöcken 2 und 3 befinden sich Zylinder 8 und 9, wobei der Zylinder 8 einen Einlaßkanal E1 mit Einlaßschlitzen 10 und einen Auslaßkanal A1 nebst Auslaßschlitzen 12 und der Zylinder 9 einen Einlaßkanal E2 mit Einlaßschlitzen 11 und einen Auslaßkanal A2 nebst Auslaßschlitzen 13 umfaßt. Die zu den Ein- bzw. Auslaßschlitzen 10 bzw. 12 führenden Ein- bzw. Auslaßkanäle E1 bzw. A1 sind zu jeweils einem gemeinsamen Flansch 53 bzw. 54 auf einer Motorseite zusammengeführt (siehe Fig. 3). Die Zylinder 8 und 9 sind mit Zylinderdeckeln D und D' abgeschlossen.

In den Zylindern 8 und 9 sind jeweils zwei gegenläufig zusammenwirkende Kolben 14 und 15 (Zylinder 8) bzw. 16 und 17 (Zylinder 9) geführt, die über unten näher beschriebene Kraftflußglieder K auf die gemeinsame Kurbelwelle 5 wirken.

Im Zylinder 8 steuert der kurbelwellenferne Kolben 14 die Einlaßschlitze 10 und der kurbelwellennahe Kolben 15 die Auslaßschlitze 12. Analog hierzu steuert im Zylinder 9 der kurbelwellenferne Kolben 16 die Einlaß-



schlitze 11 und der kurbelwellennahe Kolben 17 die Auslaßschlitze 13.

Die Kurbelwelle 5 besitzt zwei äußere Kurbelzapfen 18 und 20 sowie zwei innere Kurbelzapfen 19 und 46. Die beiden äußeren Kurbelzapfen 18 und 20 sind als Hubexzenter ausgebildet. Die beiden inneren Kurbelzapfen 19 und 46 sind mit dem kurbelwellennahen Kolben 17 verbunden.

Die inneren Kurbelzapfen 19 und 46 sind zu den äußeren Kurbelzapfen 18 und 20 um einen Kurbelwinkel  $\alpha$  im Bereich von  $160^\circ$ – $180^\circ$  versetzt. In den Fig. 1 und 2 ist ein Versatz des Kurbelwinkels  $\alpha$  von  $180^\circ$  gezeichnet.

An den Kolben 14–17 sind in prinzipiell bekannter Weise Kolbenringe a–j angeordnet. Die Kolbenringe a und b des Kolbens 14 und die Kolbenringe h und i des Kolbens 16 sind bevorzugt als Kompressionsringe ausgebildet.

Die oben erwähnten direkten Kraftflußglieder K zwischen den kurbelwellenfernen Kolben 14, 16 und der Kurbelwelle 5 umfassen zwei mit einer Gleithülse 32 verbundene Pleuel 33 und 34 sowie Zugstangen 35 und 36 (für den Kolben 14) und Zugstangen 37 und 38 (für den Kolben 16), wobei die Gleithülse 32 auf einer Gleitbahn 39 im Motorgehäuse 1 parallel zu einer Zylinderhochachse 40 verschiebbar und über die Zugstangen 35, 36 bzw. 37, 38 mit den kurbelwellenfernen Kolben 14 bzw. 16 verbunden ist.

Die Gleithülse 32 und die Gleitbahn 39 bilden eine Gleitpaarung, die von einer Rotationsachse 45 der Kurbelwelle 5 aus betrachtet jeweils zwei gegenüberliegenden Zylindermantelsektoren S1, S2 bzw. S3, S4 umfaßt, die in Richtung der Zylinderhochachse 40 betrachtet zwischen Pleuelaufnahmen 43, 44 der Gleithülse 32 angeordnet sind (siehe Fig. 3). In einer nicht dargestellten Ausführung der Erfindung kann, wenn lediglich ein Pleuel zur Anlenkung des kurbelwellennahen Kolbens verwendet wird, die Gleitpaarung derart ausgeführt sein, daß diese lediglich zwei Zylindermantelsektoren umfaßt, die durch eine Zylindermeridianebene normal zur Drehachse der Kurbelwelle geschnitten sind.

Jede der parallel zur Zylinderhochachse 40 verlaufenden Zugstangen 35–38 ist mindestens um den Kurbelwellenradius r normal zur Kurbelwelle 5 beabstandet und in Richtung der Zylinderhochachse 40 betrachtet zwischen den Pleuelaufnahmen 43, 44 der Gleithülse 32 angeordnet.

Die beiden kurbelwellenfernen Kolben 14 und 16 sind als mehrfachwirkende Kolben ausgebildet und dienen als Spülpumpe für den erfindungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotor.

Im folgenden wird die Erfindung am kurbelwellenfernen Kolben 14 im Zylinder 8 erläutert und gilt selbstverständlich für den kurbelwellenfernen Kolben 16 für den Zylinder 9 in analoger Weise.

Der kurbelwellenferne Kolben 14 begrenzt teilweise zwei voneinander unabhängige Arbeitskammern 21 und 22 die der Vorverdichtung von Frischluft dienen und aus denen diese Frischluft den Einlaßschlitzen 10 zugeführt wird. Die Arbeitskammer 21 wird vom Kolben 14 und vom Zylinderblock 1 und die Arbeitskammer 22 wird vom Kolben 14, dem Zylinderblock 1 und dem Zylinderdeckel D begrenzt.

Jede der beiden Arbeitskammern 21, 22 umfaßt eine mit einem Einlaßventil 23, 24 gesteuerte Einlaßöffnung 25, 26 für die Zufuhr der Frischluft und eine mit einem Auslaßventil 27, 28 gesteuerte Auslaßöffnung 29, 30 zum Auslaß der vorverdichteten Frischluft zu den Einlaß-

schlitzen 10. Die Auslaßventile 27, 28 der beiden Arbeitskammern 21, 22 münden in eine Kammer 31, die eine direkte Strömungsverbindung zu den Einlaßschlitzen 10 des Zylinders 8 aufweist.

Die Einlaßöffnung 25 und die Auslaßöffnung 29 in der ersten Arbeitskammer 21 ist im Bereich des unteren Totpunktes des mehrfachwirkenden Kolbens 14 und die Einlaßöffnung 26 und die Auslaßöffnung 30 in der zweiten Arbeitskammer 22 ist im Bereich des oberen Totpunktes des mehrfachwirkenden Kolbens 14 angeordnet.

Wie in Fig. 1 ersichtlich ist, steuert der kurbelwellenferne, mehrfachwirkende Kolben 14 die Einlaßschlitze 10.

Analoge Bezugszeichen zum Bereich Kolben 14 / Zylinder 8 sind im Bereich Kolben 16 / Zylinder 9 apostrophiert dargestellt. Dies betrifft unter anderem die Arbeitskammern 21' und 22', die Einlaßventile 23' und 24', die Einlaßöffnungen 25' und 26', die Auslaßventile 27' und 28', die Auslaßöffnungen 29' und 30' sowie die Kammer 31' und den Zylinderdeckel D'.

Auf der rechten Seite des Motorgehäuses 1 in Fig. 1 sind, jeweils zwischen den Ein- und Auslaßkanälen E1, A1 bzw. E2, A2, Einspritzdüsen 41, 42 und Zündkerzen Z1, Z1' angeordnet. Die Erfindung ist aber selbstverständlich nicht auf diese Ausführungsform beschränkt. So können erfindungsgemäße Zweitaktmotoren beispielsweise auch als Vorkammer-Dieselmotoren oder direkteinspritzende Dieselmotoren ausgeführt werden.

Bei der Ausführung des Zweitakt-Gegenkolbenmotors mit zwei um  $180^\circ$  versetzten Zylindern 8, 9 und jeweils zwei gegenläufig zusammenwirkenden Kolben 14, 15 bzw. 16, 17 sind die Zugstangen 35, 36 des ersten kurbelwellenfernen Kolbens 14 und Zugstangen 37, 38 des zweiten kurbelwellenfernen Kolbens 16 an der Gleithülse 32 befestigt, so daß die beiden kurbelwellenfernen Kolben 14, 16 starr miteinander verbunden sind. In einer nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung können statt der zwei Zugstangen zwischen dem kurbelwellenfernen Kolben 14 bzw. 16 und der Gleithülse 32 auch beispielsweise jeweils 4 Zugstangen angeordnet sein, wenn dies vom Bauraum her möglich und aus Steifigkeitsgründen erwünscht ist.

Das Verdichtungsverhältnis des Zweitakt-Gegenkolbenmotors ist mit der Montage der Zugstangen 35, 36 bzw. 37, 38 einstellbar.

Zwischen den äußeren Kurbelzapfen 18 und 20 der Kurbelwelle 5 sind gemäß Fig. 2 zwei Kurbelzapfen 19, 46 angeordnet, die über zwei Pleuel 47, 48 mit dem kurbelwellennahen Kolben 17 verbunden sind, wobei die tragende Breite B der beiden äußeren Kurbelzapfen 18, 20 und der beiden inneren Kurbelzapfen 19, 46 gleich ist.

Die zwei Kurbelzapfen 19 und 46 sind mit dem kurbelwellennahen Kolben 17 gekoppelt, wobei der Kolben 17 mit dem Kolben 15 mit einem Verbindungsstück 49 starr verbunden ist. Das Verbindungsstück 49 zwischen den Kolben 15 und 17 weist einen Ausschnitt 50 zur Durchführung und zum Freilauf der Kurbelwelle 5 auf.

Die beiden starr verbundenen Kolben 15 und 17 nebst Verbindungsstück 49 sind innerhalb der Gleithülse 32 angeordnet, wobei die Gleithülse 32 parallel zur Zylinderhochachse 40 verlaufende Ausschnitte 51, 52 (siehe Fig. 3) für den Freilauf der inneren Kurbelzapfen 19 und 46 der Kurbelwelle 5 aufweist.

Das Pleuelstangenverhältnis (Verhältnis von Kurbelradius r zu Pleuelstangenlänge l)  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  des äußeren



Pleuelpaars 33, 34 ( $r_a, l_a, \lambda_a = r_a/l_a$ ) und des inneren Pleuelpaars 47, 48 ( $r_i, l_i, \lambda_i = r_i/l_i$ ) ist gleich und die Kurbelradien  $r_i$  und  $r_a$  sind im umgekehrten Verhältnis der inneren bzw. äußeren Kolbenmassen  $m_i$  bzw.  $m_a$  unterschiedlich. Diese Maßnahme ergibt ein äußeres Gleichgewicht der oszillierenden Massenkräfte aller Ordnungen. Die rotierenden Massen sind durch Materialentnahme (Bohrungen) in den Hubexzentern ausgleichbar. Die inneren Massenkraftwirkungen verbleiben in der Zylinderebene und wirken nicht über Lager und Gehäuse in eine andere Zylinderebene hinein. Somit sind Mehrzylindertriebwerke mit beliebiger Zylinderzahl ohne weitere Ausgleichsmaßnahmen darstellbar.

Faßt man die auf die äußeren Kurbelzapfen 18, 20 und auf die inneren Kurbelzapfen 19, 46 periodisch wirkenden Gas- und Massenkräfte jeweils zu einer Resultierenden zusammen, so zeigt sich ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Zweizylinder-Zweitakt-Gegenkolbenmotors, denn in jeder Kurbelwellenstellung belastet stets nur die Differenzkraft der beiden Resultierenden die Lager. Die Reibung und der Verschleiß der Lager sind dadurch vermindert. Dieser positive Effekt nimmt mit steigender Motordrehzahl zu.

Die oben beschriebenen Ausgleichsmaßnahmen machen Gegengewichte an der Kurbelwelle 5 überflüssig. Durch die Ausführung der Kurbelzapfen 18 bzw. 20 als Hubexzenter sind an der Kurbelwelle 5 keine Wangen zum Massenausgleich erforderlich und es entsteht der Freiraum für die Verbindung des inneren und des äußeren Kolbenpaares (Kolbenpaare 14, 16 bzw. 15, 17) im Bereich der Kurbelwelle 5 in der oben beschriebenen Weise.

Mit der Zusammenfassung des inneren Kolbenpaares 15, 17 zu einer doppeltwirkenden Kolbeneinheit entfällt das verlustbehaftete Pumpen der unter dem Kolbenboden befindlichen Luft.

Die über die Kurbelzapfen 18 und 20 (Hubexzenter) eingeleitete Seitenkraft wird von der Gleithülse 32 aufgenommen, die im Kurbelgehäuse 4 geführt und geschmiert ist. Die äußeren Kolben 14, 16 sind somit seitenkraftfrei, weshalb diesbezüglich keine Schmierung erforderlich ist.

Da durch das Zusammenwirken der beiden Kolben 14, 15 bzw. 16, 17 eine Hubteilung bedingt ist, wird auch die mittlere Kolbengeschwindigkeit verringert. Die verringerte mittlere Kolbengeschwindigkeit und die günstigen Voraussetzungen zur Beibehaltung der Zylinderrundheit, beispielsweise die gleichmäßige Schlitzverteilung und Zylinderkühlung sprechen für einen insgesamt sehr geringen Schmierölbedarf für die beiden äußeren Kolben 14, 16.

Die auf die äußeren Kolben 14, 16 wirkenden Gas- und Massenkräfte sind stets nach außen gerichtet. Deshalb sind als Verbindungselemente zwischen den äußeren Kolben 14, 16 und der Gleithülse 32 Zugstangen 35–38 verwendbar. Der Querschnitt der Zugstangen 35–38 ist so dünn wie möglich bemessen, damit sich etwaige Fluchtungsfehler zwischen den äußeren Kolben 14, 16 und der Gleithülse 32 reibungsarm ausgleichen.

Der oben beschriebene Massenausgleich wird geringfügig beeinträchtigt durch den von  $180^\circ$  abweichenden Versatz des Kurbelwinkels  $\alpha$  im Bereich von  $160^\circ$ – $180^\circ$  (bevorzugt  $170^\circ$ – $175^\circ$ ) zwischen den äußeren Kurbelzapfen 18, 20 und den inneren Kurbelzapfen 19, 46. Durch den Versatz wird erreicht, daß die Auslaßschlitze 12, 13 früher geöffnet und früher geschlossen werden als die Einlaßschlitze 10, 11. Dadurch ist die Überschneidungsphase, in der sowohl Einlaß- als auch Auslaßschlit-

ze geöffnet sind, geringer, wodurch die Füllung des Zylinders mit Frischluft wesentlich verbessert wird.

In Fig. 3 ist ein Schnitt III-III von Fig. 2 normal zur Zylinderhochachse 40 und parallel zur Rotationsachse 45 der Kurbelwelle 5 dargestellt. Rechts vom Hauptlager 7 und links vom Hauptlager 6 der Kurbelwelle 5 ist die Pleuelbefestigung (Pleuelaufnahmen 43, 44) der Pleuel 33 bzw. 34 an der Gleithülse 32 zu sehen. Der Übersichtlichkeit halber ist der Kolben 15 in diesem Schnitt nicht dargestellt. Gleiche Bauteile aus den Fig. 1 und 2 sind mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet.

Fig. 4 zeigt in vergrößerter Darstellung eine Ansicht der mit dem Verbindungsstück 49 fest verbundenen, kurbelwellennahen Kolben 15 und 17 aus den Fig. 1 und 2.

In Fig. 5 ist ein Schnitt V-V von Fig. 2 normal zur Zylinderhochachse 40 und parallel zur Rotationsachse 45 der Kurbelwelle 5 durch die Einlaßkanäle E1 und Einlaßschlitze 10 dargestellt.

In Fig. 6 ist ein Schnitt VI-VI von Fig. 2 normal zur Zylinderhochachse 40 und parallel zur Rotationsachse 45 der Kurbelwelle 5 durch die Auslaßkanäle A1 und Auslaßschlitze 12 des erfindungsgemäßen Zweitakt-Gegenkolbenmotors gezeigt. Gleiche Bauteile aus den Fig. 1 und 2 werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In einer nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung ist bei einem Einzylinder-Zweitakt-Gegenkolbenmotor mit einem kurbelwellenfernen und einem kurbelwellennahen Kolben ist der kurbelwellenferne Kolben mit einem dritten Kolben über Zugstangen fest verbunden, mit dem Frischluft vorverdichtbar und diese über einen Kanal den Einlaßschlitzen zuführbar ist.

#### Patentansprüche

1. Zweitakt-Gegenkolbenmotor, der mindestens zwei Zylinder mit Ein- und Auslaßschlitzen und jeweils zwei gegenläufig zusammenwirkende Kolben umfaßt, die über direkte Kraftflußglieder auf eine gemeinsame Kurbelwelle wirken, wobei die Kurbelwelle mindestens drei Kurbelzapfen aufweist, von denen die beiden äußeren Kurbelzapfen mit den kurbelwellenfernen Kolben verbunden sind und der dritte Kurbelzapfen mit den beiden kurbelwellennahen Kolben gekoppelt ist, wobei diese untereinander mit einem Verbindungsstück starr verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungsstück (49) zwischen den kurbelwellennahen Kolben (15, 17) einen Ausschnitt (50) zur Durchführung und zum Freilauf der Kurbelwelle (5) aufweist und daß die kurbelwellennahen Kolben (15, 17) nebst Verbindungsstück (49) über mindestens ein Pleuel (19, 46) mit der Kurbelwelle (5) verbunden sind.

2. Zweitakt-Gegenkolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden äußeren Kurbelzapfen (18, 20) zwei Kurbelzapfen (19, 46) angeordnet sind, die beide mit den kurbelwellennahen Kolben (17) verbunden sind, wobei die tragende Breite (B) der beiden äußeren Kurbelzapfen (18, 20) und der beiden inneren Kurbelzapfen (19, 46) gleich ist.

3. Zweitakt-Gegenkolbenmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden starr verbundenen Kolben (15, 17) nebst Verbindungsstück (49) innerhalb einer Gleithülse (32) angeordnet sind, wobei die Gleithülse (32) parallel zu



einer Zylinderhochachse (40) verlaufende Ausschnitte (51, 52) für den Freilauf der Kurbelzapfen (19, 46) aufweist.

4. Zweitakt-Gegenkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die direkten Kraftflußglieder (K) zwischen dem kurbelwellenfernen Kolben (14, 16) und der Kurbelwelle (5) die Gleithülse (32) und zwei mit dieser und der Kurbelwelle (5) verbundene Pleuel (33, 34) umfassen, wobei die Gleithülse (32) auf einer Gleitbahn (39) im Motorgehäuse (1) parallel zur Zylinderhochachse (40) verschiebbar ist und über die Zugstangen (35–38) mit dem kurbelwellenfernen Kolben (14, 16) starr verbunden ist.

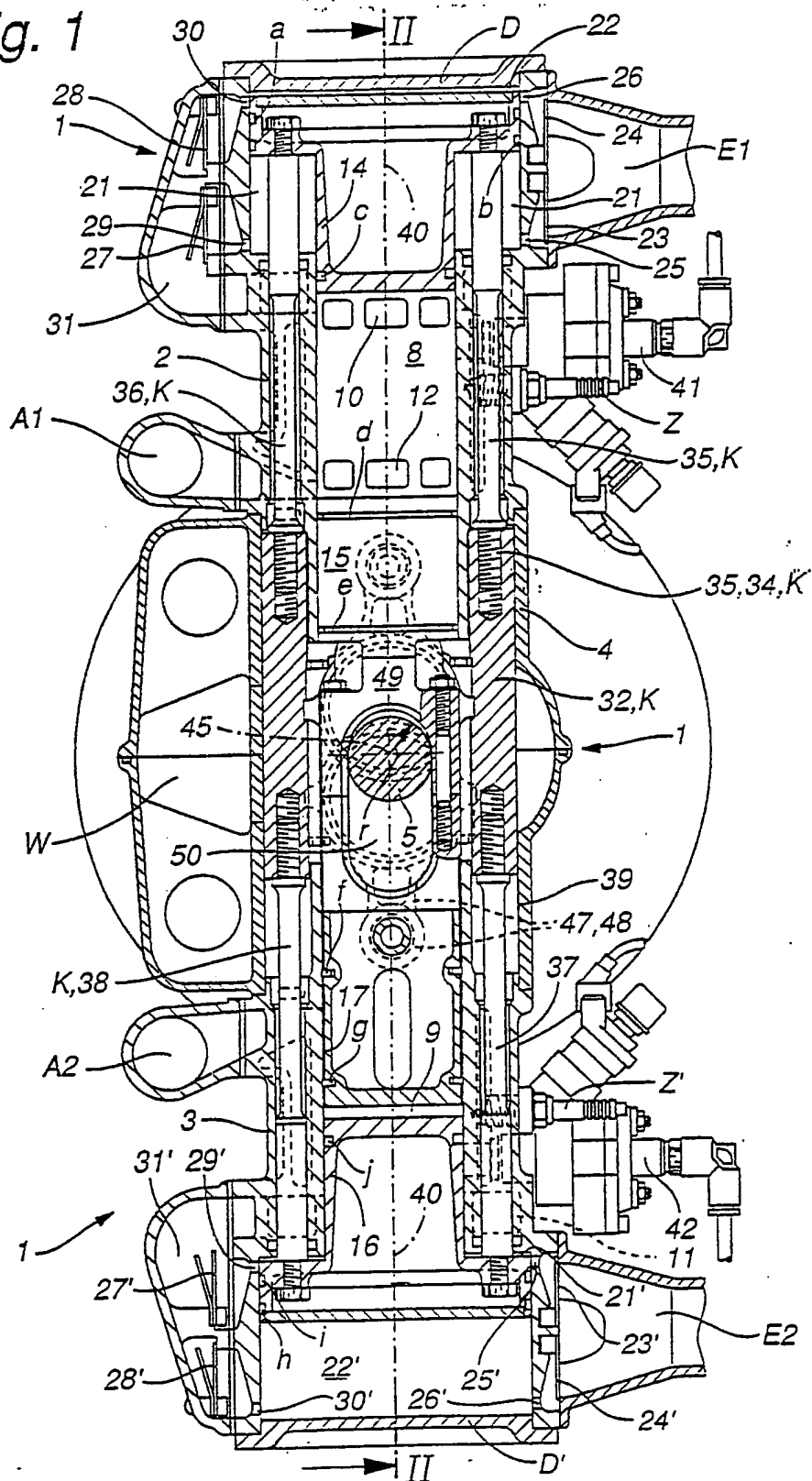
5. Zweitakt-Gegenkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Kurbelzapfen (18, 20) zu den inneren Kurbelzapfen (19, 46) um einen Kurbelwinkel ( $\alpha$ ) im Bereich von  $160^\circ$ – $180^\circ$  versetzt zueinander angeordnet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

Fig. 1



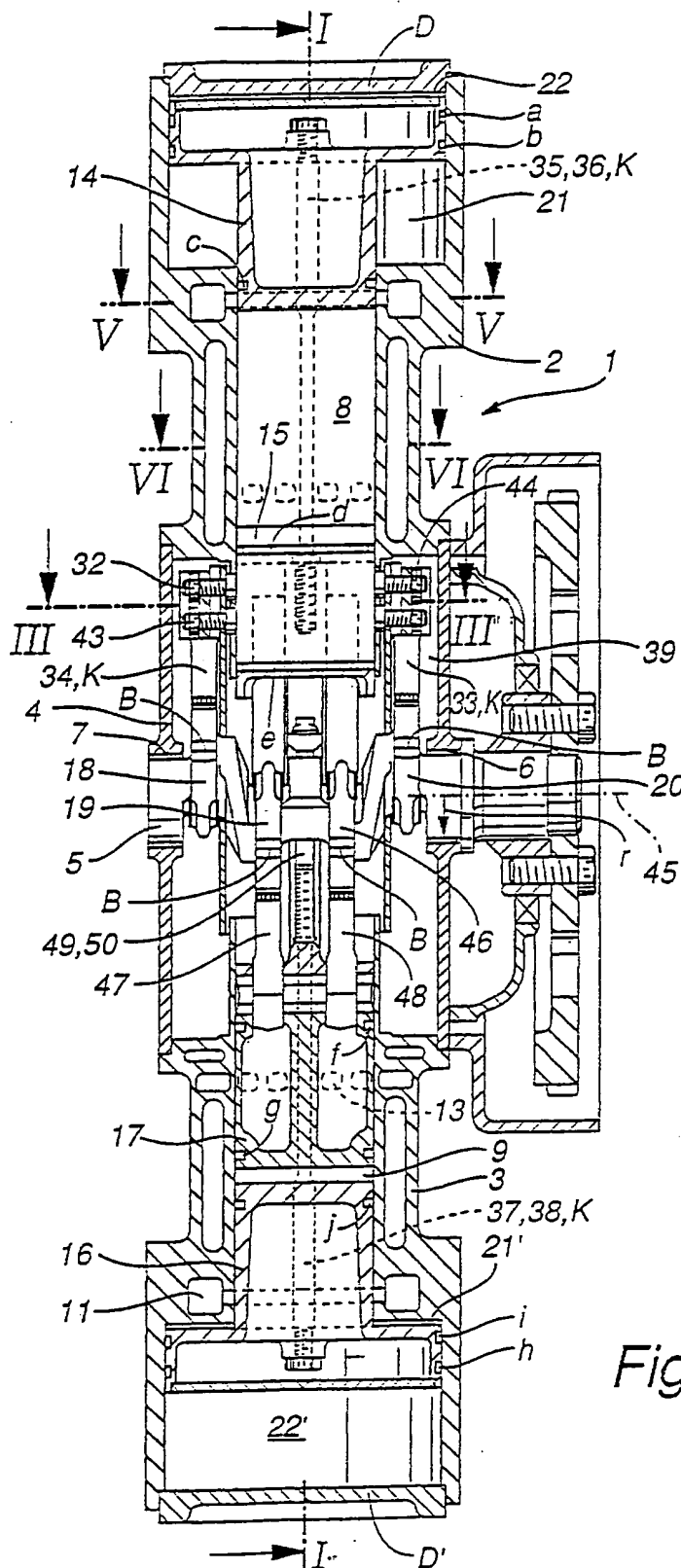


Fig. 2



Fig. 3

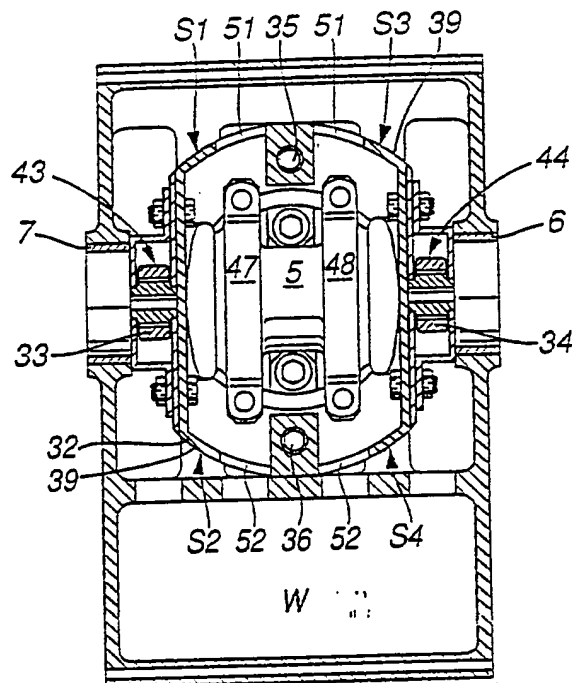


Fig. 5

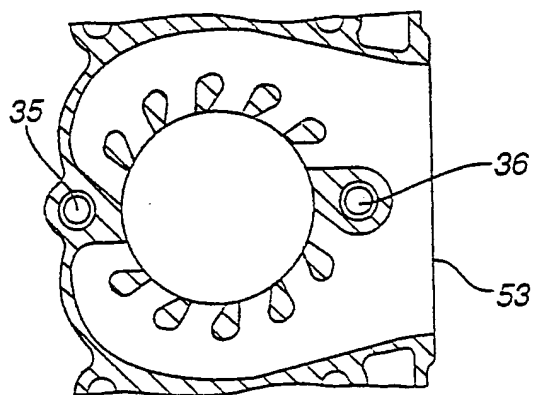


Fig. 6

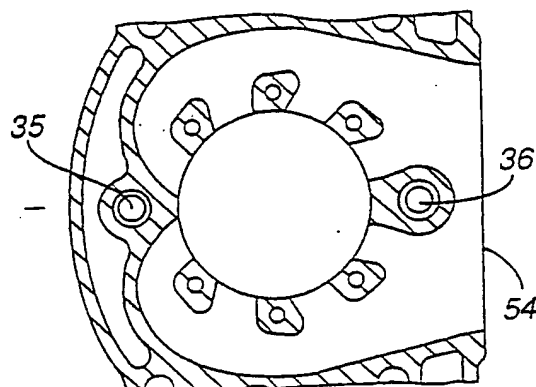


Fig. 4

